

С.М. ШЕВЧЕНКО, ассистент, НТУ «ХПИ»

УРАВНЕНИЕ РЕГРЕССИИ ДЛЯ МИКРОТВЕРДОСТИ УПРОЧНЕННОГО ПОВЕРХНОСТНОГО СЛОЯ СТАЛИ ПРИ АЛМАЗНО-ИСКРОВОМ ШЛИФОВАНИИ

У статті розглянуті питання математичної залежності між критерієм якості поверхневого шару – мікротвердістю сталі У7, що оброблена алмазно-іскровим шліфуванням (АІШ) та параметрами АІШ.

В статье рассмотрены вопросы математической зависимости между критерием качества поверхностного слоя – микротвердостью стали У7, обработанной алмазно-искровым шлифованием (АИШ) и технологическими параметрами АИШ.

The article suggests the questions of mathematical dependence between quality in particular micro-hardness of surface of ball-bearing steel У7 by diamond-spark-grinding (DSG) and technological parameters of DSG.

Вступлення. Значительного улучшения качества машин, повышения их долговечности и большой экономии металла в машиностроении можно достичь внедрением в производство прогрессивной технологии механической обработки конструкционных материалов и их поверхностного упрочнения. По прогнозам специалистов по машиностроению на ближайшие годы, комбинированные методы, совмещающие процессы пластической деформации с фазовыми превращениями, будут основными при производстве высокопрочных металлических материалов [1, 2]. Благодаря процессам, протекающим на поверхности металла при алмазно-искровом шлифовании (АИШ), данный метод можно с уверенностью отнести к комбинированным методам обработки деталей машин.

Исследование инновации поверхностного слоя стали в процессе технологии АИШ представляет научный и практический интерес, так как АИШ является ресурсосберегающим и экологически чистым процессом и позволяет во многих случаях заменить традиционную термическую и химико-термическую обработку, при которых используются токсичные среды, оказывающие вредное влияние на здоровье человека.

Анализ последних исследований. Сущность отделочно-упрочняющей обработки АИШ состоит в создании в процессе шлифования такого теплонпряженного состояния, которое вызывает в поверхностном слое структурные превращения (вторичную закалку), так называемый «белый слой» (БС) или гарденит (рис.1), обладающий, как известно, рядом ценных свойств: высокой твердостью, прочностью, слабой травимостью (коррозионостойкостью) [3].

Для образования БС необходим высокотемпературный локальный нагрев и значительное удельное давление в зоне шлифования и быстрого охла-

ждения за счет отвода тепла в глубину изделия и за счет действия смазывающе-охлаждающей жидкости.

Температура и давления в зоне обработки зависят от технологических параметров АИШ; следовательно, изменяя соответствующим образом технологические параметры АИШ можно управлять температурно-силовыми условиями.

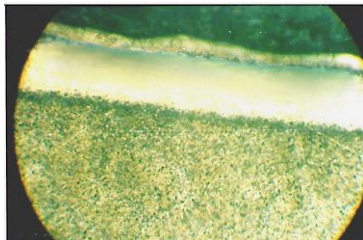


Рисунок 1 – Микроструктура упрочненного АИШ поверхностного слоя (увеличение $\times 360$).

является микротвердость, которая для стали У7 в исходном состоянии после закалки, низкого отпуска и последующего АИШ составляет 8400 – 12060 МПа.

Исследования влияния АИШ на параметры качества поверхностного слоя стальных образцов показали, что одним из важнейших параметров, влияющих на упрочнение – это глубина шлифования t , мм [4], которая задает величину силы тока, следовательно, температуру нагрева поверхностного слоя стали и определяет уровень упрочнения (рис. 3).

Постановка задачи. В связи с тем, что АИШ – это многофакторный метод обработки, возникает необходимость установить математическую зависимость между параметрами режимов АИШ и микротвердостью обработанной поверхности (H , МПа).

Как видно из схемы, представленной на рис. 2, имеются три основных параметра круглого наружного АИШ – это глубина шлифования t , мм, продольная подача $S_{пр}$, мм/мин и скорость вращения детали V_0 , мм/мин.

Экспериментальные исследования показали, что одним из наиболее информативных критериев качества поверхностного слоя обработанной детали

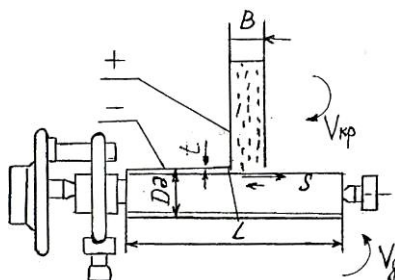


Рисунок 2 – Схема внешнего круглого АИШ в центрах.

Метод разработки модели. Для установления влияния на микротвердость поверхностного слоя стали У7 трёх параметров АИШ:

- глубины шлифования $t = 0,035 \div 0,07$ мм,
- продольной подачи $S_{np} = 1300 \div 1600$, мм / мин и
- скорости заготовки $V_o = 10 \div 20$ мм / мин

был применен *метод многофакторного планирования эксперимента* (МПЭ) типа 3^3 . При этом форма связи между рассматриваемыми параметрами была принята такой:

$$H = C \times t^\alpha \times S_{non}^\beta \times V_o^\gamma. \quad (1)$$

Прологарифмировав зависимость (1), привели её к виду:

$$\ln H = \ln C + \alpha \ln t + \beta \ln S_{non} + \gamma \ln V_o \quad (2)$$

или

$$y = x_1 + x_2 a + x_3 b + x_4 c, \quad (3)$$

где $y = \ln H$ – измеряемый параметр (микротвердость) в логарифмических координатах; x_1, x_2, x_3, x_4 – значения коэффициентов; a, b, c – логарифмы составляющих.

Задача заключается в экспериментальном получении коэффициентов уравнения (2). Решение проводилось с помощью системы *MATLAB* [5, 6, 7]. При составлении плана эксперимента исходим из того, что при МПЭ для каждой переменной выбираем определенное число уровней. В нашем случае для значений глубины шлифования, поперечной подачи и скорости вращения

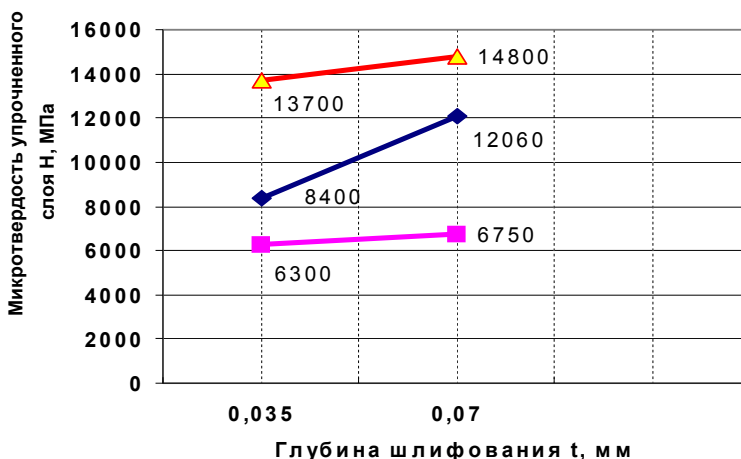


Рисунок 3 – Влияние глубины шлифования на упрочнение углеродистых сталей 45, У7, У12 в процессе АИШ.

детали выбраны три уровня: верхний, средний и нижний.

Результаты моделирования. На рис. 4 представлены результаты экспериментальных (○) и расчетных (□) значений микротвердости в зависимости от заданных параметров АИШ.

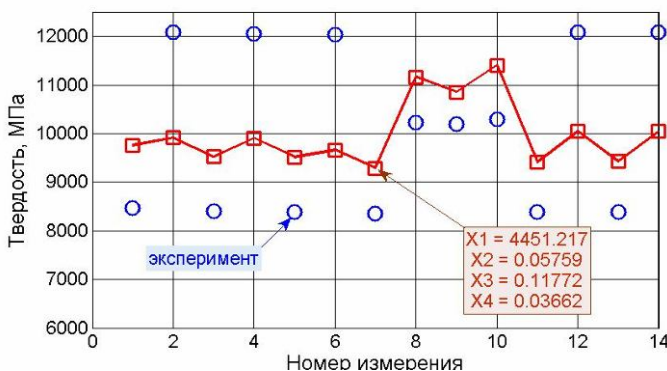


Рисунок 4 – Экспериментальные и рассчитанные значения микротвердости поверхностного слоя стали У7 в процессе АИШ

Полученная зависимость величины микротвердости от основных параметров АИШ имеет вид:

$$H = 4451,217 \times t^{0,05759} \times S_{\text{non}}^{0,11772} \times V_0^{0,3662}.$$

Вывод. Посредством МПЭ и аппаратом MATLAB выведена формула, с помощью которой можно определить уровень упрочнения поверхностного слоя стали в зависимости от технологических параметров АИШ. Полученные результаты могут быть использованы при АИШ сталей первой группы обрабатываемости [8].

Список литературы: 1. Дьяченко С.С. Физические основы прочности и пластичности металлов. – Х.: ХНАДУ, 2003. – 226 с. 2. Багмутов В.П., Паршев С.Н., Дудкина Н.Г., Захаров И.Н. Электромеханическая обработка. – Новосибирск: «Наука», 2003. – 317 с. 3. Бабей Ю.И. Физические основы импульсного упрочнения стали и чугуна. – К: Наукова думка, 1988. – 237 с. 4. Фуке М.Я., Беззубенко Н.К., Свердлова Б.Н. Состояние поверхностного слоя материалов после алмазной и элборовой обработки. – К: Вища школа, 1979. – 160 с. 5. Потемкин В. Система инженерных и научных расчетов MATLAB 5.x (в 2-х томах). – Диалог-МИФИ. – 1999. 6. Колупав И. Н., Шипкова И. Г. Количественная обработка цифровых изображений микроструктур (система MatLab). – Харьков: НТУ “ХПИ”, 2006. – 84 с. 7. <http://dkhramov.dp.ua/index.php?n=Sci.Matlab>. 8. Корчак С.Н. Производительность процесса шлифования стальных деталей. – М.: Машиностроение, 1971. – 279 с.

Поступила в редколлегию 11.10.2011